



## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۱۰۰-۸۹

# تأثیر تنش شوری و بیش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز

فراست سجادی<sup>۱</sup>، حسین شریفان<sup>۲\*</sup>، ابوطالب هزارجریبی<sup>۲</sup>، و قربان قربانی نصرآباد<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. استادیار مؤسسه تحقیقات پنبه کشور

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۰۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

### چکیده

آزمایشی به منظور بررسی تأثیر توأم تنش‌های آبی و شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه فلفل سبز (*Capsicum annuum*) رقم گرین هاشمی (در شرایط گلخانه‌ای)، در آزمایش فاکتوریل دو عاملی در قالب طرحی کاملاً تصادفی با سه تکرار به صورت گلدانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این تحقیق به دو فاکتور کیفیت و کمیت آب آبیاری توجه شد. فاکتور کیفیت آب آبیاری دارای پنج سطح شوری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد اختلاط آب شور دریای خزر) و فاکتور کمیت آب آبیاری شامل سه سطح (۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ درصد تبخیر از سطح تشت) بود. با استفاده از نرم‌افزار SAS نتایج تجزیه آماری پس از برداشت، نشان داد که میزان آب آبیاری بر طول میوه، قطر و نسبت طول به قطر میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار و میزان شوری آب آبیاری نیز بر تعداد میوه‌های برداشت‌شده از هر بوته، وزن تر، وزن خشک، ارتفاع بوته، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در سطح احتمال ۱ درصد کاملاً معنادار بود. همچنین، اثر برهمکنش میزان آب آبیاری و شوری بر ارتفاع بوته، طول میوه و نسبت طول به قطر میوه در سطح ۱ درصد و قطر میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بوده است.

کلیدواژه‌ها: شرایط گلخانه‌ای، غرقابی، کمیت آب آبیاری، کیفیت آب، *Capsicum annuum* L.

## مقدمه

شد که مصرف آب دریا بر بسیاری از صفات مورد مطالعه پنبه در چین اول اثر معناداری دارد (۸).

در تحقیقی، بیشترین و کمترین عملکرد گوجه‌فرنگی کشت ده در محیط آبکشتی به ترتیب با افزودن ۳ و ۱۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر شوری به دست آمد. همچنین، تعداد میوه با کاربرد ۱۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر شوری به صورت معناداری کاهش یافت (۱۱). از سوی دیگر، در تحقیقی به منظور بررسی تأثیرات شوری بر قدرت رشد گیاهچه‌های سیب‌زمینی در شرایط درون شیشه‌ای در پنج سطح شوری شامل ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ درصد کلرید سدیم، نتایج زیر حاصل شد: قابلیت زنده ماندن گیاهچه‌ها، طول ساقه، تعداد برگ، تعداد ریشه، تعداد ساقه ریشه‌دار و تشکیل ریشه به طور معناداری کاهش یافت. همچنین، تأثیر تمام تیمارهای شوری بر تعداد ریشه و طول ریشه در هر گیاه خیلی شدید و معنادار بود، به طوری که بالاترین سطح شوری (۴ درصد کلرید سدیم) تمام پارامترهای مورد مطالعه را به شدت تحت تأثیر قرارداد (۱۹).

از سوی دیگر، نتایج نشان داد که شوری با جلوگیری از ادامه رشد، توسعه ساقه‌های جانبی را کاهش می‌دهد. همچنین، تعداد برگ‌ها و میوه‌ها و دانه‌ها، و وزن تر و خشک را در اندام‌های مختلف گیاهی کاهش می‌دهد (۱). در تحقیقی دیگر، مطالعه اثر تنش شوری بر رشد رویشی توده‌ها و ارقام یونجه نشان داد که با افزایش میزان شوری نسبت وزنی برگ به بوته افزایش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه تعداد برگ با نسبت وزنی برگ به بوته دو صفت متفاوت است، تنش موجب کاهش تعداد برگ در بوته ولی افزایش نسبت وزنی برگ به بوته می‌شود. با افزایش شوری طول ریشه کاهش پیدا می‌کند. با وجود این، در سطوح ۱۵۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار اختلاف معنادار از نظر طول ریشه مشاهده نشد. صفات طول ساقه و طول گیاه نیز با افزایش میزان شوری کاهش پیدا کرد. در سطح شاهد و شوری ۷۵

با توجه به رشد سریع جمعیت و نیاز به مواد غذایی بیشتر و نیز بحران آب، به استفاده از آب‌های نامتعارف مانند آب شور دریا یا چاه و پساب تصفیه‌شده در کشاورزی بیش از پیش توجه شده است. از طرفی، آب‌هایی شور تلقی می‌شود که غلظت املاح کل در آن بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (۷).

فلفل با نام علمی *Capsicum annum L.* یکی از محصولات مهم جالبی است، به طوری که فلفل یکی از سبزیجات مهم از خانواده سولاناسه<sup>۱</sup> و از جنس کپسیکوم<sup>۲</sup> و گونه *C. annum* است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که ۹۹ درصد از سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای به خیار، ۸ درصد به گوجه‌فرنگی و ۴ درصد به فلفل به عنوان کشت دوم اختصاص دارد. فلفل سبزی محصول مهم کشاورزی است که نه تنها به دلیل ارزش اقتصادی بلکه به دلیل ارزش میوه‌های آن، همچنین منبع عالی رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی اهمیت بسیار دارد (۲).

شوری خاک یکی از مشکلات عمده کشاورزی در جهان است، به طوری که یکی از مهم‌ترین پیامدهای آن، کاهش محصولات کشاورزی است (۱۲). در تحقیقی روی کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری به این نتیجه رسیدند که افزایش شوری بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، سطح برگ و ارتفاع بوته اثر منفی معناداری داشت (۴). از سوی دیگر، تنش شوری به علت آثار اسمزی در محدوده‌ای وسیع از فعالیت‌های سوخت‌وسازی موجب اختلال در ذخیره آب گیاه می‌شود (۹). در تحقیقی دیگر، به منظور استفاده از آب شور دریای خزر بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد پنبه گزارش

1. Solanaceae
2. Capsicum

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

تأثیر تنش شوری بر عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی با استفاده از آب شور با هدایت الکتریکی<sup>۱</sup> ۰/۹ و ۳/۶ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر، اختلاف معناداری در نتایج شوری ۳/۶ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر روی وزن خشک میوه گوجه‌فرنگی مشاهده شد، به طوری که با افزایش شوری آب آبیاری وزن تر و خشک میوه کاهش یافت (۱۳). در تحقیق دیگری روی گوجه‌فرنگی، نتایج بیانگر این است که کاربرد غلظت ۶۰ میلی‌مولار نمک سدیم کلرید باعث ایجاد اختلاف معنادار در وزن تر و خشک میوه در محیط آبکشت نسبت به حالت شاهد شده است (۲۴).

در تحقیق دیگری، با پنج سطح شوری شامل شاهد، ۷/۵، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی‌مولار کلرید سدیم بر گیاه توت‌فرنگی نتایج نشان داد که مقدار عملکرد، وزن تک میوه و تعداد میوه در تیمارهای ۷/۵ و ۱۵ میلی‌مولار کلرید سدیم نسبت به تیمار شاهد تفاوت معناداری نداشت، به طوری که میزان کاهش عملکرد میوه، وزن تر تک میوه و تعداد میوه در تیمار شاهد نسبت به تیمار ۴۵ میلی‌مولار نمک طعام به ترتیب ۴۸/۹، ۲۵/۲ و ۳۲ درصد بود (۴).

در شرایط غرقابی بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان مختل می‌شود. از جمله این فرایندها عبارت است از ظرفیت فتوسنتزی، مقدار رشد ریشه و ساقه، تولید توده زنده گیاه، روابط آبی، سوخت‌وساز کربوهیدرات، تغذیه و تعادل بین هورمون‌ها که این آثار در گیاهان ذرت و لویا مشاهده شد (۱۴، ۱۵، ۲۰).

در تحقیقی، بیش آبیاری در گونه‌های مختلف به دلیل کاهش نفوذپذیری ریشه و هدایت هیدرولیکی باعث کاهش جذب آب و انتقال آن می‌شود (۱۶). از طرفی، در تحقیقاتی نشان داده شد که بیش آبیاری آثار مهمی بر برخی خواص فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه دارد. این تنش

میلی‌مولار تفاوت معنادار برای صفات طول ساقه و طول گیاه مشاهده نشد (۳). همچنین، در پژوهشی دیگر نتیجه گرفته شد که عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری تحت تأثیر قرار می‌گیرد، به طوری که میزان عملکرد آن کاهش یافت (۵).

در تحقیق دیگری، گزارش شد که عملکرد و محصول میوه گوجه‌فرنگی بعد از آبیاری با آب شور کاهش می‌یابد (۲۳). در بسیاری از مطالعات انجام‌شده، شوری باعث کاهش معنادار وزن خشک و تر میوه در مقایسه با شاهد شده است (۲۵).

از سوی دیگر، به منظور بررسی تأثیر آب شور دریا بر عملکرد گیاه آفتابگردان در تحقیقی از آب دریا با غلظت‌های ۱۰ درصد و ۲۰ درصد اختلاف معناداری در نتایج غلظت ۲۰ درصد آب دریا بر ریشه‌چه آفتابگردان مشاهده شد، به طوری که با افزایش شوری آب آبیاری ارتفاع گیاه، عمق ریشه، وزن خشک بوته، وزن خشک ریشه و سطح برگ کاهش یافت. این کاهش در خاک شنی حداکثر و در خاک رسی حداقل بوده است (۱۶).

شوری از طریق اضافه کردن نمک‌های  $\text{NaCl}$  و  $\text{CaCl}_2$  به محلول‌های غذایی در بستر کاشت شن و ایجاد سطوح مختلف شوری (مثلاً ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ مول در مترمکعب) به منظور بررسی عملکرد زیره سبز تحت تنش نشان داده است که شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز اثر منفی معناداری دارد. همچنین، افت عملکرد زیره سبز با کاهش تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر و کاهش وزن دانه‌ها رابطه مستقیم دارد (۱۰). از سوی دیگر، نتایج نشان داد که شوری با استفاده از مختل کردن تعادل تغذیه‌ای و فشار اسمزی مانع رشد گیاه می‌شود (۲۱).

در بررسی اثر تنش شوری بر یونجه نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش عملکرد کمی علوفه، ارتفاع بوته و تعداد گره در ساقه می‌شود (۶). از سوی دیگر، در بررسی

1. EC

گرین هاشمی<sup>۱</sup> پژوهشی بر مبنای کشت گلدانی طی زمستان و بهار ۹۴-۱۳۹۳ در گلخانه گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت.

طرح مورد استفاده در این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور در قالب طرحی کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور شوری شامل پنج سطح ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد اختلاط با آب دریا، به ترتیب با نماد  $S_1$  تا  $S_5$  و فاکتور آبی شامل سه سطح ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ درصد تبخیر از سطح تشت، به ترتیب با نماد  $W_1$  تا  $W_3$  بود (۹). پس از پرکردن گلدانها، گلدانها با توجه به تیمارهای تعیین شده چسب گذاری و به صورت کاملاً تصادفی چیده شد (شکل ۱). چیدمان گلدانها به گونه ای بود که فاصله گلدانها از یکدیگر ۵۰ سانتی متر باشد.

از سوی دیگر، خصوصیات آب شاهد و خصوصیات آب شور دریای خزر (جدول ۱) و مقادیر شوری آب آبیاری حاصل از ترکیبات مختلف آب دریا با آب شهری (جدول ۲) تعیین شد.

محیط کشت مورد نیاز برای گیاهان از ترکیب ۶۰ درصد خاک (قبلاً سرند شده)، ۳۰ درصد کود دامی (قبلاً سرند شده) و ۱۰ درصد پرلیت تهیه و گلدانها و جعبه های کشت از مخلوط مورد نظر پر شد. لازم به ذکر است که در ابتدا در کف گلدانها و جعبه های کشت به صورت یکسان مقداری سنگریزه به عنوان فیلتر برای بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ۵ سانتی متر بالای گلدانها برای اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته و بقیه پر از خاک شد. بافت خاک مورد استفاده در گلدانها سیلتی-رسی<sup>۲</sup> بود.

زمانی رخ می دهد که آب بیش از حد به گیاه داده شود یا خاک زهکشی ضعیفی داشته باشد. بررسی های انجام شده روی گیاهان مختلف نشان داده است که آثار بیش آبیاری در گیاهان مختلف متفاوت است. این تفاوتها مربوط به گونه گیاهی، سن گیاه، شرایط فیزیولوژیکی و نوع خاک است (۲۲). نتایج تحقیقی نشان داد که بیش آبیاری باعث تفاوت معناداری در وزن خشک و تر اندام هوایی گیاه فلفل می شود (۱۵).

در تحقیقی نشان داده شد که در برخی مناطق جلگه ای نواحی معتدله، گیاهان در معرض اشباع خاک از آب و در شرایط آبی دائم و یا گذرا قرار دارند. در واقع، بیش آبیاری یکی از فاکتورهای مهمی است که بر زنده ماندن و رشد و نمو بسیاری از گونه های گیاهی تأثیر دارد (۱۸). از طرفی، با توجه به نتایج آزمایش محققان، فلفل گیاهی حساس و نیمه حساس به تنش شوری است (۱۷).

علی رغم تحقیقات زیادی که در زمینه تأثیر تنش شوری بر گیاهان مختلف انجام شده است، عمده ترین نمک مورد استفاده در این تحقیقات کلرید سدیم است و ترکیبات مختلف نمک در آب دریا بررسی نشده است. با توجه به اهمیت مشکل شوری آب و خاک در بسیاری از نقاط کشور، به خصوص نواحی نزدیک به دریای خزر و استان گلستان، و نظر به اینکه فلفل سبز یکی از محصولات پرمصرف در کشور محسوب می شود، در این پژوهش امکان به کارگیری آب دریای خزر در کشاورزی و تأثیر توأم بیش آبیاری و شوری بر برخی خواص کمی و کیفی گیاه فلفل سبز بررسی شده است.

## مواد و روشها

سبب منظور بررسی تأثیر توأم تنش شوری و آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز (*Capsicum annum* L) رقم

1. Green Hashemi- F1- 521  
2. silty clay

تأثیر تنش شوری و بیش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد لفل سبز

چیدمان گلدان‌ها								
S2W32	S5W21	S1W33	S5W32	S4W23	S2W12	S3W11	S5W11	S1W31
S2W23	S4W22	S1W13	S4W32	S1W21	S2W13	S4W12	S1W32	S5W13
S3W22	S3W13	S1W22	S1W23	S3W31	S3W33	S4W31	S2W21	S2W31
S4W13	S4W33	S5W33	S3W12	S5W23	S4W11	S2W22	S2W11	S5W22
S1W12	S2W33	S5W12	S1W11	S5W31	S3W23	S4W21	S3W21	S3W32

شکل ۱. نمایی از چیدمان گلدان‌ها

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی تیمارهای آب شاهد و آب دریای مورد استفاده در آبیاری

ترکیبات شیمیایی									تیمار آب
EC <sub>25</sub> (dS/m)	HCO <sub>3</sub> (meq/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (meq/L)	Mg <sup>2+</sup> (meq/L)	Ca <sup>2+</sup> (meq/L)	K <sup>+</sup> (meq/L)	Na <sup>+</sup> (meq/L)	Cl <sup>-</sup> (meq/L)	SAR	
۰/۵	۷	۰/۷	۲/۸	۴/۴	۰/۴۸	۰/۲۷	۱	۰/۱۴	آب شاهد
۲۵/۴	۳۱/۵	۲۴/۵	۶۱/۷۱	۲۵/۲	۸/۲۱	۲۳۷/۹	۲۲۱	۳۶	آب شور

جدول ۲. مقادیر شوری آب آبیاری حاصل از ترکیبات مختلف آب دریا با آب شهری (dS/m)

درصد ۴۰ درصد	درصد ۳۰ درصد	درصد ۲۰ درصد	درصد ۱۰ درصد	۰ درصد	درصد ترکیب آب دریای خزر با آب شهری
۸/۶	۷/۹	۴/۷	۳/۳	۰/۸	شوری آب آبیاری
S <sub>5</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	سطح شوری آب آبیاری



شکل ۲. (a) تهیه نشاء، (b) انتقال نشاء به گلدان

و هدایت الکتریکی عصاره اشباع و pH خاک نیز به ترتیب ۰/۶ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر و ۷/۵۳ تعیین شد.

رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی FC و حد پژمردگی دائم PWP به ترتیب ۳۶ درصد و ۱۷ درصد وزنی

### مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

LSD و رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

### نتایج و بحث

پس از برداشت فلفل، پارامترهایی نظیر عملکرد و اجزای عملکرد این محصول اندازه گیری و نتایج زیر حاصل شد.

#### الف) تأثیر تنش شوری و آبی بر عملکرد فلفل سبز

وزن تر میوه فلفل. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر وزن تر میوه در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنادار آماری بود (جدول ۳). وزن تر میوه فلفل در اثر تیمارهای شوری مورد بررسی اختلاف معناداری با یکدیگر داشت، به طوری که با افزایش تنش شوری میزان وزن تر میوه کاهش یافت. مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار از وزن تر میوه مربوط به تیمار  $S_1$  با  $20/40$  گرم و کمترین مقدار با  $1/89$  گرم در تیمار  $S_5$  مشاهده شد، به طوری که مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها تیمار  $S_3$  و  $S_4$  اختلاف معناداری با یکدیگر نداشت، ولی بقیه تیمارها با یکدیگر اختلاف معنادار داشت (جدول ۴). تیمارهای سطوح مختلف بیش آبیاری و برهم کنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر وزن تر میوه دارای اختلاف معناداری نبود. نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از آزمایش الحربی و همکاران (۱۳) مطابقت داشت، دال بر اینکه با افزایش شوری از  $0/9$  به  $3/6$  میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر، جوانه‌زنی، سبزشدن و وزن خشک و تر گوجه‌فرنگی کاهش یافت.

#### وزن خشک میوه فلفل. بر اساس نتایج تجزیه

واریانس، اثر شوری بر وزن خشک میوه در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنادار آماری داشت (جدول ۳). وزن خشک میوه فلفل در اثر تیمارهای

پس از تهیه بذره‌های فلفل سبز با قوه نامیه ۸۹-۹۹ درصد برای تسریع جوانه‌زنی به مدت ۲۴ ساعت، بذرها بین پارچه‌ای مرطوب قرار داده شد. سپس، این بذرها به منظور تهیه نشای فلفل سبز در داخل جعبه‌ها کشت و هر روز و به مدت چهار هفته (همان مرحله چهاربرگی شدن) به جعبه‌های نشا آب به صورت یکسان داده شد.

پس از جوانه‌زنی بذرها و با گذشت چهار هفته که نشاها به حالت چهاربرگی درآمدند، به محیط اصلی کشت منتقل شدند. در هر گلدان تراکم بوته‌ها سه عدد بود. از طرفی، پس از ده روز از انتقال فلفل‌ها به گلدان و استقرار کامل گلدان‌ها، بر سطح برگ گیاهان کود عناصر ریزمغذی محلول‌پاشی و تیمارهای آبی و شوری اعمال شد. تیمارهای شوری نخست، در طول هفت روز به گونه‌ای اعمال شد که تیمار  $S_5$  به گلدان‌ها داده شد. پس از آن تیمار اصلی اعمال شد. از سوی دیگر، پس از ۲۱ روز از محلول‌پاشی نخست مجدداً روی سطح برگ گیاهان به طور یکسان عناصر ریزمغذی محلول‌پاشی شد.

برای تعیین مقدار آب مورد نیاز از تشت تبخیر کلاس A استفاده و تیمارهای آبی بر اساس آن اعمال شد. دور آبیاری در این طرح با توجه به نیاز آبی گیاه یک روز در میان در نظر گرفته شد.

پس از برداشت میوه‌ها، پارامترهایی نظیر ارتفاع بوته، تعداد میوه‌های برداشت‌شده از هر گلدان، وزن تر، وزن خشک، طول و قطر میوه اندازه‌گیری شد. طول و قطر میوه با استفاده از کولیس و وزن تر و خشک با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت  $0/001$  گرم اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین وزن خشک، میوه‌ها در آون با درجه حرارت  $75$  درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از آن وزن خشک اندازه‌گیری گردید. در پایان، بعد از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون

### مدیریت آب و آبیاری

تأثیر تنش شوری و بیش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز

معناداری داشت (جدول ۴). تیمارهای سطوح مختلف بیش آبیاری و برهم کنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر وزن خشک میوه اختلاف معناداری نداشت. از طرفی، کاهش وزن خشک و تر میوه گوجه فرنگی در محیط شور را دیگران نیز گزارش کرده‌اند (۱۰). نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از تحقیق فوق مطابقت داشت.

شوری مورد بررسی، دارای اختلاف معناداری با یکدیگر بود، به طوری که با افزایش تنش شوری میزان وزن خشک میوه کاهش یافت. مطابق جدول ۴، بیشترین مقدار از وزن خشک میوه در تیمار S<sub>7</sub> با ۲/۳۱ گرم و کمترین مقدار با ۰/۲۸ گرم در تیمار S<sub>5</sub> مشاهده شد. از سوی دیگر، مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها تیمار S<sub>4</sub> و S<sub>3</sub> اختلاف معناداری با یکدیگر نداشت، ولی بقیه تیمارها با یکدیگر اختلاف

جدول ۳. تجزیه واریانس شاخص‌های رشد [WU4]

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر میوه		وزن خشک میوه	ارتفاع بوته	طول میوه	نسبت طول به قطر میوه
		تعداد میوه	وزن				
شوری	۴	۱۴/۳۵۶**	۴۶۹/۴۴**	۲/۲۵۶**	۳۵۳۴۴/۳۸**	۱۶۲۶/۷۸**	۵/۲۹**
میزان آب	۲	۰/۸۶۷ <sup>ns</sup>	۱۳/۸۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۷ <sup>ns</sup>	۱۰۷۸/۵۳ <sup>ns</sup>	۸۴/۱۷*	۲/۲۷*
شوری × میزان آب	۸	۰/۵۰۵ <sup>ns</sup>	۲/۱۵۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۱ <sup>ns</sup>	۴۱۶۸/۲۹**	۷۲/۲۵**	۱/۲۹**
خطا	۳۰	۰/۴۶۷	۸/۷۱۵	۰/۱۱۴	۲۰۸۸۹/۳۱	۲۱/۸۳	۰/۵
ضریب تغییرات		۲۴	۳۴	۰	۶/۹۴	۸/۳۴	۱۰/۱۵

\*\* معناداری در سطح ۱ درصد، \* معناداری در سطح ۵ درصد، <sup>ns</sup> غیر معنادار

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر عامل تنش شوری بر شاخص‌های رشدی فلفل سبز [WU4]

ترکیبات تیماری	تعداد میوه	وزن تر میوه (gr)	وزن خشک میوه (gr)	ارتفاع بوته (mm)	طول میوه (mm)	قطر میوه (mm)	نسبت طول به قطر میوه
S1	۳/۸۹a#	۲۰/۴۰A	۲/۳۱A	۴۳۱/۲۷A	۷۵/۶۲A	۹/۴۲A	۸/۰۴A
S2	۴/۱۱A	۱۰/۳۴B	۱/۳۶B	۴۱۹/۲۶A	۵۶/۹۸B	۷/۸۶B	۷/۲۶B
S3	۲/۳۳B	۵/۶۶C	۰/۸۴C	۴۰۴/۰۷B	۵۹/۷۹B	۹/۰۲A	۷/۰۴B
S4	۲/۶۷B	۵/۰۳C	۰/۸۲C	۳۸۶/۶۷C	۴۷/۷۲C	۷/۸۵B	۶/۱۷C
S5	۱/۰۰C	۱/۸۹D	۰/۲۸D	۲۷۵/۹۳D	۴۰/۰۶D	۶/۵۶C	۶/۲۷C
LSD (1%)	۰/۸۹	۳/۸۳	۰/۴۴	۳۴/۲۰	۶/۰۶	۱/۰۹	۰/۹۲

# هر مقدار بیانگر میانگین سه تکرار است.

اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنادار (P<0.05) ندارد.

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

**تعداد میوه برداشت شده.** بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر تعداد میوه برداشت شده از هر بوته در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنادار آماری دارد (جدول ۳). تعداد میوه برداشت شده از هر بوته در اثر تیمارهای شوری مورد بررسی، اختلاف معناداری با یکدیگر دارد، به طوری که با افزایش شوری از ۰/۸ به ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر تعداد میوه در بوته به میزان ۵/۶ درصد افزایش یافت که معنادار نبود، اما با افزایش شوری از ۰/۸ به ۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر، تعداد میوه در بوته به میزان ۷۴/۳ درصد کاهش یافت. مطابق جدول ۴، بیشترین تعداد میوه در تیمار  $S_2$  با ۴/۱۱ و کمترین مقدار با ۱/۰۰ در تیمار  $S_5$  مشاهده شد. از طرفی، تیمارهای بیش آبیاری و برهم‌کنش سطوح مختلف مورد آزمایش بر تعداد میوه برداشت شده از هر بوته اختلاف معناداری نداشت. نتایج حاصل از تحقیق آدامز (۱۲) نشان داد که تعداد و وزن تر میوه گوجه‌فرنگی در شوری ۱۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر کاهش یافت، در حالی که کاهش تعداد و وزن تر میوه در شوری ۳ یا ۸ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر مشاهده نشد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در شوری ۳/۳ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بیشترین تعداد میوه را داشتیم و از آن به بعد تعداد میوه کاهش یافت که با نتایج تحقیق آدامز مطابقت دارد.

### ب) تأثیر تنش شوری و آبی بر اجزا عملکرد فلفل سبز

**ارتفاع بوته فلفل.** بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنادار آماری داشت (جدول ۳)، به طوری که مطابق جدول ۴، با افزایش تنش شوری ارتفاع بوته کاهش یافت و بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار  $S_7$  با ۴۳۱/۲۷ میلی‌متر و کمترین مربوط به ۲۷۵/۹۳ میلی‌متر

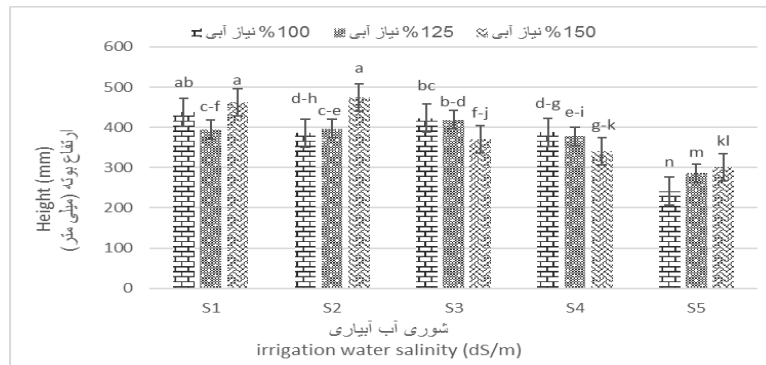
در تیمار  $S_5$  بود. از سوی دیگر، طبق جدول ۴، تیمارهای  $S_7$  و  $S_2$  اختلاف معناداری با یکدیگر نداشت، ولی با سایر تیمارها اختلاف معنادار بود. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح مختلف آب آبیاری بر ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف اختلاف معنادار آماری نداشت (جدول ۳). در تأثیر توأم تنش شوری و بیش آبیاری بر ارتفاع بوته، بین تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنادار وجود داشت (جدول ۳). مطابق شکل ۳، بیشترین مقدار ارتفاع بوته مربوط به تیمار  $S_2W_3$  با ۴۷۴/۷۲ میلی‌متر و کمترین مقدار ارتفاع بوته با ۲۴۱/۳۸ میلی‌متر مربوط به تیمار  $S_5W_1$  است. جاکوبای (۲۲) نشان داد که قسمت‌های فوقانی گیاه اغلب بیش از رشد ریشه تحت تأثیر استرس شوری قرار می‌گیرد. رحمانی و رسولی‌ها (۳) و زمانیان و همکاران (۶) با بررسی اثر تنش شوری بر رشد رویشی یونجه مشاهده کردند که با افزایش میزان شوری طول گیاه کاهش پیدا می‌کند. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات رحمانی و رسولی‌ها و زمانیان و همکاران مطابقت داشت، به گونه‌ای که با افزایش میزان شوری، ارتفاع کاهش یافت.

در تأثیر توأم تنش شوری و بیش آبیاری بر طول بین تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنادار وجود داشت. مطابق شکل ۴، بیشترین مقدار طول میوه مربوط به تیمار  $S_1W_2$  با ۷۷/۹۳ میلی‌متر و کمترین مقدار طول میوه با ۳۶/۱۷ میلی‌متر در تیمار  $S_5W_1$  مشاهده شد. رضایی‌نژاد و همکاران (۴) به این نتیجه رسیدند که طول میوه در اثر افزایش استرس شوری تفاوت معناداری نداشت، به طوری که نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق فوق مطابقت ندارد و با افزایش شوری طول میوه کاهش یافت.

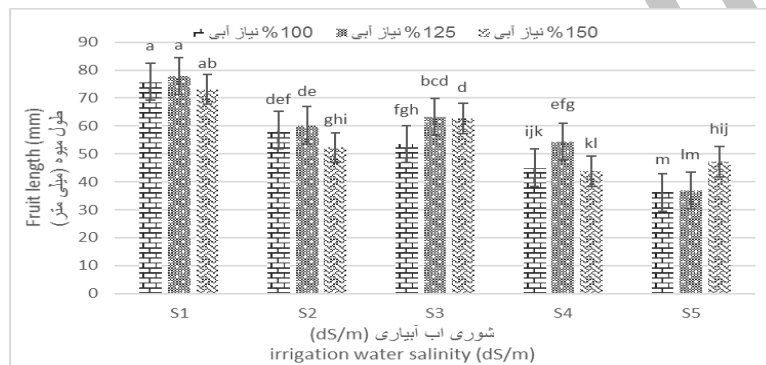
### مدیریت آب و آبیاری



تأثیر تنش شوری و بیش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز



شکل ۳. تأثیر توأم شوری و مقدار آب آبیاری بر میانگین ارتفاع بوته فلفل سبز



شکل ۴. تأثیر توأم شوری و مقدار آب آبیاری بر میانگین طول میوه فلفل سبز

جدول ۵. تأثیر عامل بیش آبیاری بر شاخص‌های رشدی فلفل سبز [WU4]

نسبت طول به قطر میوه	قطر میوه (mm)	طول میوه (mm)	ارتفاع بوته (mm)	وزن خشک میوه (gr)	وزن تر میوه (gr)	تعداد میوه	ترکیبات تیماری
6.67 b	8.01 b	53.8 b	375.07 a	1.00 a	7.67 a	# 2.53 a	W1
6.80 b	8.70 a	58.52 a	374.81 a	1.22 a	9.59 a	3.00 a	W2
7.40 a	7.71 b	55.79 b	389.63 a	1.15 a	8.73 a	2.86 a	W3
0.71	0.85	4.69	26.49	0.34	2.96	0.68	LSD (1%)

# هر مقدار بیانگر میانگین سه تکرار است.

اعداد با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنادار ( $P < 0.05$ ) ندارند.

میلی متر و کمترین مقدار با ۶/۵۶ میلی متر در تیمار S<sub>5</sub> مشاهده شد. از سوی دیگر، تیمار S<sub>1</sub> و S<sub>3</sub> و تیمار S<sub>2</sub> و S<sub>4</sub> اختلاف معناداری با یکدیگر نداشت. همچنین، سطوح مختلف آب آبیاری بر قطر میوه در سطح ۵ درصد اختلاف

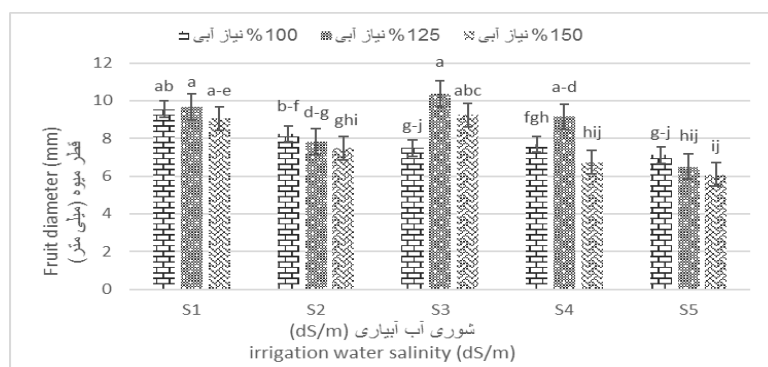
قطر میوه فلفل. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر قطر میوه در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنادار آماری داشت (جدول ۳). مطابق جدول ۴ بیشترین مقدار قطر میوه در تیمار S<sub>1</sub> با ۹/۴۲

مدیریت آب و آبیاری

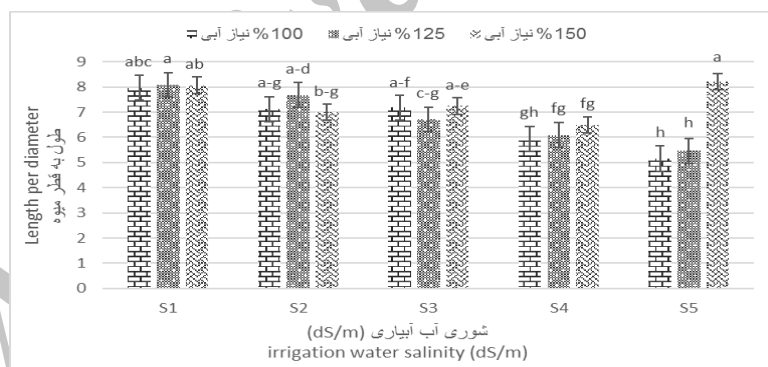
دوره ۶ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۵

$S_3W_2$  با  $10/35$  میلی‌متر و کمترین مقدار قطر میوه با  $6/07$  میلی‌متر در تیمار  $S_5W_3$  بود. رضایی‌نژاد و همکاران (۴) به این نتیجه رسیدند که مقادیر عملکرد، وزن تک میوه، تعداد میوه و قطر میوه با افزایش شدت تنش شوری کاهش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

معناداری داشت، به طوری که طبق جدول ۵، بیشترین مقدار در تیمار  $W_2$  با  $8/70$  میلی‌متر و کمترین مقدار با  $7/71$  میلی‌متر در تیمار  $W_3$  مشاهده شد. در تأثیر توأم تنش شوری و بیش‌آبیاری بر قطر میوه بین تیمارها در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری وجود داشت (جدول ۴). از طرفی، مطابق شکل ۵، بیشترین مقدار قطر میوه در تیمار



شکل ۵. تأثیر شوری و مقدار آب آبیاری بر میانگین قطر میوه فلفل سبز



شکل ۶. تأثیر توأم شوری و مقدار آب آبیاری بر نسبت طول به قطر میوه فلفل سبز

تیمار  $S_1$  با  $8/04$  و کمترین مقدار با  $6/17$  در تیمار  $S_4$  مشاهده شد (جدول ۴). از سوی دیگر، سطوح مختلف آب آبیاری بر نسبت طول به قطر میوه در سطح ۵ درصد اختلاف معناداری داشت (جدول ۳)، به طوری که طبق جدول ۵، بیشترین مقدار مربوط به تیمار  $W_3$  با  $7/40$  و

نسبت طول به قطر میوه فلفل. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر نسبت طول به قطر در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنادار آماری دارد (جدول ۳)، به طوری که مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار از نسبت طول به قطر میوه در

پ.، وزیری ژ.، انتصاری م.ر.، دهقانی سانجیح ح.، سادات میری م.ح.، و میرلطیفی م. (۱۳۸۶) کارایی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۸۰ ص.

۳. رحمانی ع. و حاج‌رسولی‌ها س.ح. (۱۳۸۲) تأثیر تنش شوری بر روی عملکرد ارقام یونجه. کویر ایران: ۵۷-۷۴.

۴. رضایی نژاد ع.ا.، دولت‌شاه م. و غلامی م. (۱۳۹۴) اثر تنش شوری بر روی عملکرد میوه و برخی خواص شیمیایی و بیولوژیکی توت‌فرنگی رقم کاماروسا. تولیدات گیاهی. (۲): ۱۴-۱۳۸-۱۲۷.

۵. زمانی ص.، نظامی م.ط.، حبیبی د. و بایبوردی ا. (۱۳۸۸). بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری. تنش‌های گیاهی، (۲): ۱.

۶. زمانیان م.، وکیل ر. و میرزاپور م.ح. (۱۳۸۳) عملکرد ۵ رقم یونجه تحت شرایط شوری. آب و خاک. (۱): ۱۱-۱.

۷. عابدی م.ح.، نیریزی س.، ابراهیمی ن.، ماهرانی م.، خالدی ه. و همکاران (۱۳۸۱) استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۴۹: ۲۳۵ ص.

۸. عباسین ا. و اسماعیلی م.ع. (۱۳۸۴) کاربرد آب دریای مازندران بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد پنبه رقم ساحل WU4

۹. کریمی ع. (۱۳۸۸) بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری سطحی بر روی راندمان مصرف کود نیتروژن در گیاه چغندر قند. مجله تحقیقات گیاهی. (۱): ۱۶-۱۴۸-۱۳۳.

۱۰. نبی‌زاده م.ر. (۱۳۸۱) اثر سطوح مختلف شوری بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد.

کمترین مقدار با ۶/۶۷ در تیمار  $W_1$  مشاهده شد. در تأثیر توأم تنش شوری و بیش آبیاری بر نسبت طول به قطر میوه بین تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معناداری وجود داشت (جدول ۳)، به طوری که مطابق شکل ۶، بیشترین مقدار نسبت طول به قطر میوه در تیمار  $S_5W_3$  با ۸/۲۱ و کمترین مقدار نسبت طول به قطر میوه با ۵/۱۴ در تیمار  $S_5W_1$  مشاهده شد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، با افزایش شوری از ۰/۸ به ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر میزان عملکرد وزن تر و خشک فلفل سبز به میزان ۴۹/۳ و ۴۱/۴ درصد کاهش یافت. با افزایش بیشتر شوری آب آبیاری به ۸/۶ دسی‌زیمنس بر متر، میزان عملکرد وزن تر و خشک نیز به میزان ۹۰/۷ و ۸۷/۹ درصد، به ترتیب، کاهش یافت. بنابراین، از آنجا که فلفل گیاهی متحمل به شوری است، بهتر است از آب شور برای آبیاری آن استفاده نشود. همچنین، هر چند افزایش آب آبیاری باعث افزایش عملکرد وزن تر و خشک فلفل نسبت به آبیاری به اندازه نیاز آبی گیاه شد (به‌علت آبشویی بیشتر)، این افزایش معنادار نبود، ولی باعث تلفات در مصرف آب می‌شود. بنابراین، بهترین تیمار آبیاری، آبیاری با آب معمولی و به اندازه نیاز آبی بود. پیشنهاد می‌شود مقادیر مختلف کم آبیاری نیز بررسی شود تا تغییرات میزان عملکرد فلفل نسبت به آب و شوری هم مشخص شود.

### منابع

۱. بابائیان جلودار، ن. و ضیاء تبار احمدی م.خ. (۱۳۸۱) رشد گیاه در اراضی شور و بایر (ترجمه). انتشارات دانشگاه مازندران، ایران. ۱۲۰ ص.
۲. حیدری ن.، خیرابی ج.، علایی م.، فرشی ع.ا.، کاظمی

11. Adams P. (1991) Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rock wool. *Horticulture Science*. 66(2): 201-20.
12. Aktas H., Abak K. and Cakmak I. (2006) Genotypic variation in the responses of pepper to salinity. *Scientia Horticulture*. 110: 260-266
13. Al-Harbi A.R., Al-Omran A.M., Alenazi M.M. and Wahb-Allah M.A. (2015) Salinity and deficit irrigation influence tomato growth yield and water use efficiency at different developmental stages. *International Journal of Agriculture and Biology*. 17: 241-250
14. Aschi-Smiti S., Chaibi W., Brouquisse R., Card B. and Saglio P. (2003) Assessment of enzyme induction & aerenchyma formation as mechanisms for flooding tolerance in *Trifolium subterraneum* park. *Annals of Botany*. 91: 195-204.
15. Ashraf M. (2003) Relationships between leaf gas exchange characteristics and growth of differently adapted populations of *Blu panicgrass* (*Panicum antidotale* Retz.) under salinity or water logging. *Plants Science*. 165: 69-75.
16. Baccio D., Navari-izzo F. and Izzo R. (2004) Saline water irrigation: antioxidant irrigation science, 14: 21-26.
17. Cornillon P. and Palloix A. (1995) Influence de la salinité et de la température du substrat sur la croissance et la nutrition du piment. *Fruits* 50, 469-471. [in French].
18. Dat J.F., Capelli N., Folzer H., Bourgeade P and Badot P.M. (2004) Review: Sensing and signaling during plant flooding. *Plant physiology & Biochemistry*. 42: 273-282.
19. Farhatullah R. and Raziuddin M. (2002) In vitro effect of salt on the vigor of potato (*Solanum tuberosum* L.) Plantlets *Biotechnology*. 1: 73-77.
20. Huang B. and Wilkinson R.E. (2000) Plant-Environment interactions. 263-280.
21. Jacoby B. (1994) Mechanisms involved in salt tolerance by plants. In" M. Pessaraki (ed.) *Handbook of plant and crop stress*". Marcel Dekker, New York: 97-145
22. Kozłowski T.T. (1997) Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiology Monograph*. 1: 1-12.
23. Lehkozivova J. and kohajodva Z. (2009). The quality and authenticity markers of tomato ketchup. *Acta Chimica Solvaca*. 2: 88-96.
24. Navarro J.M., Martinez V. and Carvajal M. (2000) Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions. *Plant Science*. 157: 89-96.